

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-332220

(43)Date of publication of application : 30.11.2001

(51)Int.Cl.

H01J 65/04  
F21S 2/00  
F21V 23/00  
H01F 1/34  
H05B 41/00  
// F21Y103:00

(21)Application number : 2001-035125

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 13.02.2001

(72)Inventor : KURACHI TOSHIKI  
MIYAZAKI MITSU HARU  
SEKI KATSUSHI  
TAKEDA MAMORU

(30)Priority

Priority number : 2000068303

Priority date : 13.03.2000

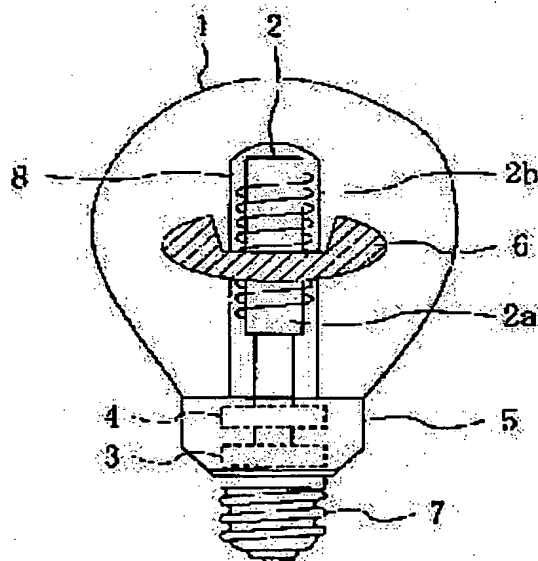
Priority country : JP

(54) CORE FOR INDUCTION COIL AND ILLUMINATING UNIT USING THE SAME, AND  
POLYCRYSTALLINE FERRITE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a core for an induction coil, which is operable at frequencies from 50 kHz to 1 MHz inclusive.

SOLUTION: The core 2a is used for an induction coil 2 of a discharge lamp, equipped with a bulb 1 enclosed with a discharge gas and the induction coil 2, that generates an electromagnetic field with frequency from 50 kHz to 1 MHz inclusive within the bulb 1. The core 2a is made of polycrystalline ferrite of Mn-Zn series and has Curie temperature of or higher than 270°C.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3403392

[Date of registration]

28.02.2003

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-332220

(P2001-332220A)

(43) 公開日 平成13年11月30日 (2001.11.30)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 J 65/04		H 0 1 J 65/04	A 3 K 0 1 4
F 2 1 S 2/00		F 2 1 V 23/00	3 9 0 5 C 0 3 9
F 2 1 V 23/00	3 9 0	H 0 1 F 1/34	A 5 E 0 4 1
H 0 1 F 1/34			B
		H 0 5 B 41/00	Y

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-35125(P2001-35125)

(22) 出願日 平成13年2月13日 (2001.2.13)

(31) 優先権主張番号 特願2000-68303(P2000-68303)

(32) 優先日 平成12年3月13日 (2000.3.13)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 倉地 敏明

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 宮崎 光治

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100077931

弁理士 前田 弘 (外7名)

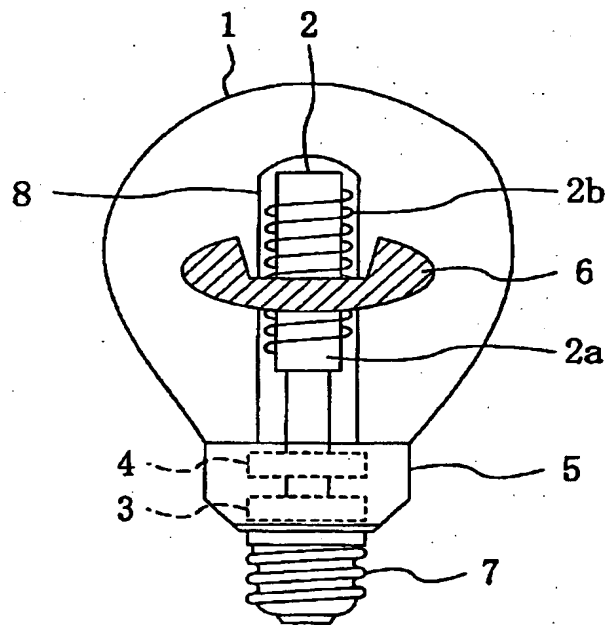
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘導コイル用コアおよびそれを用いた照明装置、ならびに多結晶フェライト

(57) 【要約】

【課題】 50kHz以上1MHz以下の周波数で動作可能な誘導コイル用コアを提供する。

【解決手段】 放電ガスが封入されたバルブ1と、バルブ1内部に周波数50kHz以上1MHz以下の電磁界を発生させる誘導コイル2とを有する放電ランプにおける誘導コイル2に使用される誘導コイル用コア2aである。コア2aは、Mn-Zn系の多結晶フェライトから構成されており、かつ、270℃以上のキュリー温度を有している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 放電ガスが封入されたバルブと、前記バルブ内部に周波数50kHz以上1MHz以下の電磁界を発生させる誘導コイルとを有する放電ランプにおける誘導コイルに使用される誘導コイル用コアであって、前記コアは、Mn-Zn系の多結晶フェライトから構成されており、かつ、270℃以上のキュリー温度を有する、誘導コイル用コア。

【請求項2】 前記キュリー温度が290℃以上である、請求項1に記載の誘導コイル用コア。

【請求項3】 前記Mn-Zn系の多結晶フェライトは、Fe、MnおよびZnを含んでおり、酸素を除く元素のうち72wt%以上がFe元素である、請求項1または2に記載の誘導コイル用コア。

【請求項4】 前記Mn-Zn系の多結晶フェライトは、Fe、MnおよびZnと、添加物としてのNiとを含んでいる、請求項1または2に記載の誘導コイル用コア。

【請求項5】 前記コアは、常温、電磁界が100kHz、磁束の方向に垂直な面の断面積が120mm<sup>2</sup>の条件下で、600アンペア・ターン以上の起磁力を印加可能な特性を有する、請求項1から4のいずれかに記載の誘導コイル用コア。

【請求項6】 放電ガスが封入されたバルブと、前記バルブ内部に周波数50kHz以上1MHz以下の電磁界を発生させる誘導コイルと、前記誘導コイルに電力を供給する電源とを備え、前記誘導コイルは、コアおよび巻線を有し、前記コアは、Mn-Zn系の多結晶フェライトから構成されており、かつ、270℃以上のキュリー温度を有する、照明装置。

【請求項7】 前記キュリー温度が290℃以上である、請求項6に記載の照明装置。

【請求項8】 前記誘導コイルは、常温、電磁界が100kHz、磁束の方向に垂直な面の断面積が120mm<sup>2</sup>の条件下で、600アンペア・ターン以上の起磁力を印加可能な特性を有する、請求項6または7に記載の照明装置。

【請求項9】 前記誘導コイルは、前記バルブの外壁を凹状にすることによって前記バルブの中心部分に形成された凹入部に挿入されており、前記バルブの内壁には、蛍光体が塗布されており、前記放電ガスとして、少なくとも希ガスを含む、請求項6に記載の照明装置。

【請求項10】 電球形蛍光ランプとして構成されている、請求項9に記載の照明装置。

【請求項11】 Fe、MnおよびZnを含み、酸素を除く元素のうち72wt%以上がFe元素であり、270℃以上のキュリー温度を有する、多結晶フェライト。

【請求項12】 Fe、MnおよびZnと、添加物としてのNiとを含み、270℃以上のキュリー温度を有する、多結晶フェライト。

る、多結晶フェライト。

【請求項13】 酸素を除く元素のうち60wt%以上がFe元素である、請求項12に記載の多結晶フェライト。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、誘導コイル用コアおよびそれを用いた照明装置、ならびに多結晶フェライトに関する。特に、放電ガスが封入されたバルブ内部に誘導コイルを用いて電磁界を発生させる放電ランプにおいて用いられる誘導コイル用コアに関する。

【0002】

【従来の技術】図7は、誘導コイルを用いてプラズマ放電を発生する照明装置の断面構成を模式的に示している。図示した照明装置は、内部に不活性ガスや金属蒸気などの放電ガスが封入された透光性のバルブ101と、バルブ101の中央部に設けられた凹部（キャビティ）108内に配置された誘導コイル102とを有している。誘導コイル102は、コア（磁性材料）102aと、コア102aに巻回された巻線102bとから構成されている。誘導コイル102は、高周波電力を供給する高周波電源回路103に電気的に接続されており、誘導コイル102と高周波電源回路103との間には、両者のインピーダンスを整合してバルブ101に効率良く高周波電力を伝達するための整合回路104が設けられている。高周波電源回路103および整合回路104は、回路ケース105内に収納されている。

【0003】高周波電源回路103から誘導コイル102に数MHzから数百MHzの高周波電流を流すと、バルブ101内部にリング状のプラズマ放電106が発生する。プラズマ放電106が発生すると、紫外線または可視光が生じ、それによって光出力が得られる。なお、実用的には、高周波電源回路103の発振周波数は一般にISM帯の13.56MHzまたは数MHzが用いられている。

【0004】このような照明装置に好適なコア102aとして、特開平7-99042号公報に開示された誘導コイル用コアがある。この公報によると、室温、周波数3MHz、磁束密度10mTでの測定で、損失が150mW/cm<sup>3</sup>以下であるコア102aが示されており、この条件を満たす材料としてNi-Zn系のフェライト材料が好適であることが開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】Ni-Zn系フェライト材料からなるコア102aを用いる場合、高周波電源回路103の動作周波数を数MHz（または、数MHz～数十MHz）の高周波にすることが、Ni-Zn系フェライト材料の物性の観点から好ましい。しかしながら、このような高周波で動作させる場合には、高周波電源回路103から発生するラインノイズを抑制するため

のノイズフィルタが大型となり、高周波電源回路103の体積が非常に大きくなるという問題が生じる。すなわち、Ni-Zn系フェライト材料からなるコア102aを用いた照明装置の場合、別途大型のノイズフィルタを設ける必要があるために、照明装置の小型化が困難であるという問題が生じる。

【0006】また、装置から放射または伝播されるノイズが高周波ノイズの場合、高周波ノイズには非常に厳しい規制が法令にて設けられているため、その規制をクリアするには、高価なノイズフィルタを照明装置に使用する必要がある。このことは、照明装置のコストダウンを図る上で大きな障害となる。

【0007】本発明はかかる諸点に鑑みてなされたものであり、その主な目的は、比較的低い周波数(50kHz以上1MHz以下)の領域で動作可能な誘導コイル用コアおよびそれを用いた照明装置を提供することにある。また、本発明の他の目的は、そのような誘導コイル用コアの構成材料となる多結晶フェライトを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による誘導コイル用コアは、放電ガスが封入されたバルブと、前記バルブ内部に周波数50kHz以上1MHz以下の電磁界を発生させる誘導コイルとを有する放電ランプにおける誘導コイルに使用される誘導コイル用コアであって、前記コアは、Mn-Zn系の多結晶フェライトから構成されており、かつ、270℃以上のキュリー温度を有する。

【0009】ある実施形態において、前記キュリー温度は290℃以上である。

【0010】ある実施形態において、前記Mn-Zn系の多結晶フェライトは、Fe、MnおよびZnを含んでおり、酸素を除く元素のうち72wt%以上がFe元素である。

【0011】ある実施形態において、前記Mn-Zn系の多結晶フェライトは、Fe、MnおよびZnと、添加物としてのNiとを含んでいる。

【0012】ある実施形態において、前記コアは、常温、電磁界が100kHz、磁束の方向に垂直な面の断面積が120mm<sup>2</sup>の条件下で、600アンペア・ターン以上の起磁力を印加可能な特性を有する。

【0013】本発明による照明装置は、放電ガスが封入されたバルブと、前記バルブ内部に周波数50kHz以上1MHz以下の電磁界を発生させる誘導コイルと、前記誘導コイルに電力を供給する電源とを備え、前記誘導コイルは、コアおよび巻線を有し、前記コアは、Mn-Zn系の多結晶フェライトから構成されており、かつ、270℃以上のキュリー温度を有する。

【0014】ある実施形態において、前記キュリー温度は、290℃以上である。

【0015】ある実施形態において、前記誘導コイル

は、常温、電磁界が100kHz、磁束の方向に垂直な面の断面積が120mm<sup>2</sup>の条件下で、600アンペア・ターン以上の起磁力を印加可能な特性を有する。

【0016】ある実施形態において、前記誘導コイルは、前記バルブの外壁を凹状にすることによって前記バルブの中心部分に形成された凹入部内に挿入されており、前記バルブの内壁には、蛍光体が塗布されており、前記放電ガスとして、少なくとも希ガスを含む。

【0017】ある実施形態において、前記照明装置は、電球形蛍光ランプとして構成されている。

【0018】本発明による多結晶フェライトは、Fe、MnおよびZnを含み、酸素を除く元素のうち72wt%以上がFe元素であり、270℃以上のキュリー温度を有する。

【0019】ある実施形態において、Fe、MnおよびZnと、添加物としてのNiとを含み、270℃以上のキュリー温度を有する。

【0020】ある実施形態において、酸素を除く元素のうち60wt%以上がFe元素である。

【0021】

【発明の実施の形態】まず、本発明の実施の形態を説明する前に、フェライト材料の説明をする。フェライト材料は、Mn-Zn系フェライトと、Ni-Zn系フェライト材料とに大別することができる。図8に、10mTにおけるMn-Zn系フェライトとNi-Zn系フェライトの単位体積当たりの損失(P<sub>cv</sub>)の周波数特性を示し、図9に、Mn-Zn系フェライトとNi-Zn系フェライトの初期透磁率の周波数特性を示す。

【0022】図8に示すように、Mn-Zn系フェライト、Ni-Zn系フェライト材料の両者とも、周波数が低くなるほど損失が小さくなり、そして、1MHz以下の周波数の領域では、Mn-Zn系フェライトの方が低損失であることがわかる。また、図9に示すように、Mn-Zn系フェライトには、周波数が1MHzを超える高周波領域において透磁率の特性が悪くなる領域が存在するため、1MHzを超える高周波領域では、一般に、Ni-Zn系フェライトを用いることが好ましい。しかし、周波数が1MHz以下の領域では、Ni-Zn系フェライトよりも、Mn-Zn系フェライトの方が低損失でかつ初期透磁率が高く、加えて、初期透磁率の特性が安定している範囲が広いことから、一般に、Ni-Zn系フェライトよりも、Mn-Zn系フェライトを用いることが好ましい。

【0023】しかしながら、周波数が1MHz以下の比較的低い周波数の領域において、図7に示した誘導コイル用コア102aとしてMn-Zn系フェライトを使用することは、次に述べる問題から行うことができなかった。それは、Mn-Zn系フェライトの温度がキュリー温度を超えてしまうという問題である。以下、この問題について説明する。

【0024】図7に示した照明装置の構成において、放電プラズマ106を発生・維持するために必要な誘導コイル102の磁束（すなわち、コア102aを通る磁束）は、高周波電源回路103の動作周波数が低いほど高くなり、この磁束は、周波数にほぼ反比例する。これは、プラズマ電圧が磁束密度と周波数の積に比例することに起因している。

【0025】従って、数MHzで動作する場合には数mT程度の少ない磁束で放電を開始できるが、1MHz以下になると非常に大きな磁束が必要となってしまう。すると、誘導コイル用コア102aの鉄損が極めて大きくなってしまい、コア102aの温度が上昇し、その結果、磁性を示す温度の限界であるキュリー温度を超えてしまい、結果的に放電を維持することができなくなる。

【0026】従来において研究・開発されていたMn-Zn系フェライトのキュリー温度は、キュリー温度が高いものでも、200℃前後である。その理由は、Mn-Zn系フェライトをチョークコイルやトランス用のコア等の通常の用途に使用する場合、フェライトの温度は動作時においてせいぜい100℃程度にしかならないため、通常の用途においてMn-Zn系フェライトのキュリー温度は200℃程度もあれば充分だからである。一方、通常の用途と異なり、図7に示した照明装置の構成において、1MHz以下の比較的低い周波数で動作させると、フェライトの温度は、例えば250℃を超えるような温度となってしまう。すなわち、この場合、フェライトの温度がキュリー温度を超え、その結果、放電を維持することができなくなる。しかし、従来において、キュリー温度が例えば250℃を超えるようなMn-Zn系フェライトは、そのような需要がなかったことに起因して、開発されなかったのが実情である。

【0027】本願発明者は、高周波での動作により生じる問題を回避すべく、1MHz以下の比較的低い周波数（例えば、50kHz～1MHz）で動作させることを目的として、キュリー温度が270℃以上のMn-Zn系の多結晶フェライトの開発に挑み、キュリー温度270℃以上を示すMn-Zn系の多結晶フェライトを完成させた。本発明によると、1MHz以下の比較的低い周波数での動作が可能となるため、高周波動作によって生じる問題を解消することができる。つまり、高周波電源回路103を構成する部材として、一般電子機器用の電子部品として使用されている安価な汎用品を使用することができるとともに、寸法の小さい部材を使用することが可能となるため、照明装置のコストダウンおよび小型化を図ることもできる。

【0028】以下、図面を参照しながら、本発明による実施形態を説明する。なお、本発明は、以下の実施形態に限定されない。

【0029】まず、図1を参照する。図1は、本実施形態にかかる照明装置の断面構成を模式的に示している。

図1に示した照明装置は、電極を有していないランプであり、いわゆる無電極放電ランプである。

【0030】本実施形態の照明装置は、バルブ1と、バルブ1内部に電磁界を発生させる誘導コイル2と、誘導コイル2に電力を供給する電源3とを有している。バルブ1の内部には、不活性ガスや金属蒸気などの放電ガスが封入されており、誘導コイル2によって例えば周波数50kHz以上1MHz以下の電磁界が発生することになる。本実施形態における電源3は、高周波電源回路3からなり、口金7を介して電力ラインに接続されている。電力ラインから供給された電力は、高周波電源回路3内部のスイッチング素子をスイッチングすることによって、例えば周波数50kHz以上1MHz以下の電力に変換されることになる。

【0031】高周波電源回路3は、整合回路4を介して、誘導コイル2に電気的に接続されている。整合回路4は、高周波電源回路3と誘導コイル2とのインピーダンスを整合させて、高周波電源回路3から出力された電力を誘導コイル2に効率良く供給する機能を有している。誘導コイル2は、コア2aおよび巻線2bから構成されており、高周波電源回路3から誘導コイル2に電力が供給されると、バルブ1の内部には、誘導コイル2から発生する電磁界によって電磁エネルギーが誘導され、リング状の放電プラズマ6が発生する。放電プラズマ6からは、紫外線または可視光が生じ、それによって光出力を得ることができる。

【0032】本実施形態では、バルブ1の内壁に蛍光体が塗布されており、それによって紫外光を可視光に変換できるような構成にしている。ただし、そのような構成に限定されず、用途によっては、バルブ1の内壁に蛍光体を設けなくてもよい。

【0033】また、バルブ1は、ほぼバルブ1の中心軸に沿って空隙部（以下、「キャビティ」と呼ぶ）8を有しており、そのキャビティ8内に誘導コイル2は配置されている。言い換えると、誘導コイル2は、バルブ1の外壁を凹状にすることによってバルブの中心部分に形成された凹入部8内に挿入されて、バルブ1の近傍に配置されている。誘導コイル2に電気的に接続されている高周波電源回路3および整合回路4は、回路ケース5内に収納されている。本実施形態において、照明装置は、キャビティ8に誘導コイル2が挿入されたバルブ1と、回路ケース5と、口金7とが一体となった電球形蛍光ランプとして構成されている。

【0034】本実施形態の誘導コイル用コア2aは、Mn-Zn系の多結晶フェライトから構成されており、かつ、コア2aを構成するMn-Zn系の多結晶フェライトは、270℃以上のキュリー温度を有している。つまり、コア2aを構成する磁性材料として、キュリー温度が270℃以上を示すMn-Zn系フェライトを用いている。本明細書において、「Mn-Zn系フェライト」

とは、酸素元素を除く主要な組成成分としてFe、MnおよびZnを含み、Fe、MnおよびZnのそれぞれの酸化物を合成・焼結したものであり、さらに酸素元素を除いて上記3元素が例えば90wt%以上を占めるものと定義・理解される。Mn-Zn系フェライトを構成するための主要な酸化物（主要原料酸化物）は、例えば、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{ZnO}$ であり、本明細書においては、その組成は、化学量論的なものだけでなく、非化学量論的なものも含むものとする。また、上記の酸化物の他に微量の添加物を含んでいても良い。

【0035】Mn-Zn系フェライトを用いる理由は、50kHz以上1MHz以下の周波数帯において、Ni-Zn系フェライトよりもMn-Zn系フェライトの方が鉄損（損失）を小さくすることができるからである（図8参照）。また、Mn-Zn系フェライトは、50kHz以上1MHz以下の周波数帯において、Ni-Zn系フェライトよりも、初期透磁率が高く、そして、初期透磁率の特性が安定している範囲が広いことからである（図9参照）。Mn-Zn系フェライトとして多結晶のものを用いるのは、フェライト焼結体の粒界に高抵抗層を作って、フェライト表面を流れる渦電流による損失を低く抑えるためである。なお、単結晶フェライトを使用することも可能であるが、その場合には、フェライトの導電率が高いために表面に流れる渦電流が大きくなり、その結果、渦電流損が増加してしまうことになるため好ましくない。

【0036】本実施形態のMn-Zn系フェライトは、270℃以上という極めて高いキュリー温度を有している。このような高いキュリー温度を有しているため、50kHz以上1MHz以下の周波数帯での動作によってコア2aの温度が上昇しても、放電プラズマ6を維持することが可能となる。本実施形態の照明装置を室温で点灯させる場合は、キュリー温度270℃以上で充分であるが、照明装置周囲の温度が室温よりも高い場合を考慮すると、キュリー温度が290℃以上であることが望ましい。キュリー温度とは、上述したように、ある物質が磁性を示す限界の温度であり、この温度を超えると磁性材料2aは磁性を失い、誘導コイルのインダクタンスが大幅に低下して、バルブ1内部に発生する磁束が減少して、放電プラズマ6は消失してしまう。

【0037】本実施形態のMn-Zn系フェライトでは、大きく分けて2つのコンセプトに基づいて、270℃以上のキュリー温度を実現している。まず一つは、Mn-Zn系フェライト中の鉄の含有量を多くすることによるものである。例えば、Fe、MnおよびZnを含むMn-Zn系フェライト中、酸素を除く元素のうち例えば72wt%以上がFe元素である構成にすることによって実現できる。もう一つは、Mn-Zn系フェライト中にNi元素（NiO）を添加することによるものである。例えば、Fe、MnおよびZnと、添加物としての

Niとを含む構成を有するMn-Zn系フェライトにすることによって実現できる。これらの構成によって、270℃以上のキュリー温度を実現できる理由は後述する。なお、これらの構成にさらに微量の添加物を含めても良い。

【0038】誘導コイル用コア2aを構成するMn-Zn系フェライトのキュリー温度の上限値は、特に限定されないが、実用上は、フェライト材料の温度よりもむしろ巻線2bの絶縁被覆の温度限界によってキュリー温度の上限値を規定することができる。巻線2bの温度限界は、動作中の温度に依存するので、温度が高くなるほど巻線2bの寿命は短くなる。例えば、従来の電球形蛍光灯と同じ6000時間の放電ランプを実現しようとする、最も耐熱性の高い耐熱階級H種の巻線の温度限界は約280℃になる。したがって、高周波電源回路への入力電圧が上昇した場合（過負荷状態になった場合）などにおいても誘導コイル用コア2aが動作できれば放電プラズマ6を維持できるので、設計マージン等を考慮しても、Mn-Zn系フェライトのキュリー温度は、340℃もあれば充分であるといえる。すなわち、Mn-Zn系フェライトのキュリー温度は、例えば、270℃（好ましくは290℃）以上で340℃以下であればよい。

【0039】誘導コイル2の巻線2bは、例えば銅から構成されており、損失抑制のためにリッツ線を用いることが好ましい。リッツ線は、細かい細線をより合わせた複合線であり、同じ太さの単線よりも表面積が広いことから、高周波における巻線2b間の表皮効果や近接効果の影響による損失増加を最小限に抑えることができる。巻線2bは、リッツ線に限らず単線であっても、本実施形態の誘導コイル用コアの効果を得ることができる。つまり、巻線2bが単線であっても、50kHz以上1MHz以下の周波数帯で動作させて、放電プラズマ6を維持することができるという効果を得ることができる。

【0040】図2は、本実施形態の誘導コイル用コア2aを構成するMn-Zn系フェライトの透磁率 $\mu$ における周波数特性を示している。なお、横軸の周波数[kHz]は、対数目盛で示している。

【0041】図2からわかるように、周波数が1MHzを超えるとMn-Zn系フェライトの透磁率は急激に低下する。これは、Mn-Zn系フェライトの物性に起因している。従って、1MHzを超える高周波領域で本実施形態の誘導コイル用コア2aを用いると、バルブ1内部に発生することが可能な電磁界が極端に弱くなる。このため、プラズマ放電6の発生・維持を良好に達成するためには、コア2aに供給する電力の周波数を1MHz以下にすることが好ましい。また、周波数が50kHz未満になると誘導コイル2における損失が非常に大きくなる。このため、放電の発生を容易にする観点から、コア2aに供給する電力の周波数は50kHz以上にすることが好ましい。したがって、本実施形態の誘導コイル

用コア2aは、50kHz以上1MHz以下の周波数で用いるのが好適である。また、高周波電源回路3の動作周波数を下げると、高周波電源回路3のスイッチング素子におけるスイッチング損失を減少させて、高周波電源回路3の電力変換効率を高くすることができるため、周波数は、例えば500kHz以下にすることがより好ましい。

【0042】なお、本実施形態の照明装置においては、コア2aを冷却するための放熱部材を用いていない。一方、図7に示した従来の照明装置では、コア102aを冷却するための放熱部材を用いなければ、コア102aの温度がキュリー温度を超えてしまうことが多いため、放熱部材を設けることがほぼ必須である。本実施形態では、キュリー温度が270℃以上のフェライト材料からなるコア2aを用いているため、コア2aを冷却するための放熱部材を用いなくとも、照明装置を動作させることができる。また、従来の構成においては、放熱性を高めるために、回路ケース105は金属製にされていたが、本実施形態の構成では、金属製のみならず、他の材料から構成した回路ケース5を使用することも可能である。なお、本実施形態において、誘導コイル用コア2aの温度をさらに下げするために放熱部材を接続した構造を適用しても勿論よく、金属製の回路ケース5を用いることも好適である。

【0043】次に、本実施形態におけるMn-Zn系フェライト材料の合成方法を説明する。まず、Mn-Zn系フェライト材料の主原料となる $\text{Fe}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{MnCO}_3$ 、 $\text{ZnO}$ を所定の割合で混合してか焼する。フェライト材料の特性は微量の添加物によって大きく左右されることから、上記原料は、純度99.9%以上の高純度であることが特に好ましい。また、原料の反応性を高めるために、原料の平均粒子径が1 $\mu\text{m}$ 以下の微粉末を用いることが望ましい。さらに、原料の反応性を高めるためのフラックスとして、微量の $\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{B}_2\text{O}_5$ 、 $\text{BaCl}_2$ などを混合する場合がある。

【0044】なお、微量元素として $\text{SiO}_2$ や $\text{CaO}$ などを上記原料に加える場合がある。その目的は、フェライト焼結体の粒界にSiを含む高抵抗層を作ることによって渦電流を抑えて、高周波損失を抑制するためである。合成後のフェライト材料にこれらの元素が不純物として含まれることがあるが、これらの組成割合は通常2%以下であり、主原料と比べると微量といえるものである。

【0045】次に、か焼した材料は、粉碎、造粒工程を経た後、円筒形状の型に入れて、圧力を加えながら焼結させる。最後に、必要に応じて表面を研磨して、本実施形態の円筒形状のMn-Zn系フェライト（誘導コイル用コア2a）が得られる。

【0046】本願発明者は、270℃以上のキュリー温度を有するMn-Zn系フェライトを実現する上で、主

成分の一つである鉄（酸化鉄）の割合を増やすという手法を行った。これは、本願発明者による次の考えに基づくものである。すなわち、酸化鉄のキュリー温度は、一般的なMn-Zn系フェライトのキュリー温度よりもずっと高く、そして、Mn-Zn系フェライトのキュリー温度は、主成分の混合割合や微量添加物によって変化し得るので、主成分である鉄（酸化鉄）の割合を増やすことによって、Mn-Zn系フェライトの性質を酸化鉄の性質へ近づけることができ、その結果、キュリー温度を若干上昇させることが可能ではないかという考えである。この考えにしたがい、本願発明者は、Mn-Zn系フェライトを構成するための $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{ZnO}$ のうち、 $\text{MnO}$ および $\text{ZnO}$ のそれぞれの混合割合を一定とした上で、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ の混合量を増加させた場合においてキュリー温度が上昇する傾向を導き出した。 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ の混合量に対するキュリー温度の変化を図3に示す。図3中の横軸は、Mn-Zn系フェライトの酸素を除く元素のうちFe元素が占める重量割合を示している。

【0047】図3からわかるように、Fe元素が占める割合が多くなるほど、キュリー温度は上昇する傾向にある。本願発明者は、酸素を除く元素のうちFeの組成割合が例えば72wt%以上にすれば、微量の希土類元素などを添加する方法等によってキュリー温度を270℃以上にすることが充分可能であることを確認した。また、本願発明者は、Feの組成割合が例えば84wt%であれば、フェライトの原料として $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{ZnO}$ だけからなるMn-Zn系フェライトであっても、キュリー温度がほぼ270℃を示すことも確認した。ただし、Fe元素が占める割合が0.8（80wt%）を超えると、キュリー温度の上昇はほとんど飽和するため、キュリー温度の上昇の効果は少なくなる。逆に、Fe元素が占める割合が多くなりすぎると、酸化鉄の性質に近づきすぎて、透磁率が大幅に低下してしまうことになる。例えば、Fe元素が84wt%のとき、初期透磁率は、Fe元素が70wt%のときと比較して、3分の1まで低下してしまう。したがって、Mn-Zn系フェライト中の酸素を除く元素のうちFe元素が占める重量割合は、72wt%以上84wt%以下であることが好ましい。

【0048】本願発明者はまた、270℃以上のキュリー温度を有するMn-Zn系フェライトを実現する上で、Ni元素を加えるという手法も行った。これは、本願発明者による次の考えに基づくものである。

【0049】フェライトには、Mn-Zn系フェライトの他に、Ni、Zn、Feを含むNi-Zn系フェライトが存在する。Ni-Zn系フェライトは、初期透磁率が小さいものの、非常に高いキュリー温度を持つものを合成することが可能である。そこで、本願発明者は、Mn-Zn系フェライトの組成にNi元素（NiO）を加



えることによって、Mn-Zn系フェライトの特性を若干Ni-Zn系フェライトの性質に引っ張り、キュリー温度を上昇させることができるのではという考えを思いついた。この考えに基づき、本願発明者は、Mn-Zn系フェライトの主要原料としての $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、MnOおよびZnOに、添加物としてのNiOを追加することによって、270℃以上のキュリー温度を有するNi-Zn系フェライトを実現した。

【0050】図4は、Ni元素の添加によるMn-Zn系フェライトのキュリー温度の上昇効果を示している。図4は、Mn-Zn系フェライトを構成するための $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、MnOおよびZnOのそれぞれの混合量を一定とした上で、NiOの混合量を変化させた場合のグラフであり、図4中の横軸は、Mn-Zn系フェライト中の酸素を除く元素のうちNi元素が占める重量割合を示している。

【0051】図4から、Ni元素の添加量を増やしていくと、キュリー温度が上昇していくことがわかる。また、Ni元素の添加量が少ない領域ではキュリー温度の上昇が顕著であり、Ni元素の添加量が多い領域ではキュリー温度の上昇が少なくなることわかる。Ni元素を増やしすぎると、Ni-Zn系フェライトの特性に近づきすぎて、50kHz以上1MHz以下の周波数帯における鉄損が増加し、損失面で不利となる。例えば、Ni元素の添加量が6wt%を超えると、コアの損失特性がNi-Znフェライトの特性に引っ張られすぎて、損失が従来品(Ni添加量0wt%)の約2倍にまで上昇した。このことから、Ni元素の添加量は所定の範囲に制限しておくことが好ましく、実用的観点からは、例えば6wt%以下にしておくことが望ましい。したがって、Ni元素の添加量は、例えば、1wt%以上6wt%以下にしておくことが好ましく、一例を挙げるとすると、4wt%程度にすることが好適である。

【0052】なお、この場合において、酸素を除く元素のうちFe元素が占める重量割合は、例えば60wt%程度以上、好ましくは70wt%程度またはそれ以上にすることができる。また、Ni元素が添加されたMn-Zn系フェライトに対して、微量の希土類元素などの添加などを行ってキュリー温度をさらに上げてよいし、Ni元素が添加されたMn-Zn系フェライトにおいてFe元素が占める割合を増加させて、キュリー温度をさらに上げるようにしてもよい。

【0053】上記の方法で合成した270℃以上のキュリー温度を有する誘導コイル用コア2aを、室温、周波数100kHz、磁束150mT、コア2aの長さ方向

の軸に垂直な面の断面積が120mm<sup>2</sup>の条件において測定すると、600アンペア・ターンの起磁力を印加することが可能であることがわかった。ここで、600アンペア・ターンの起磁力を印加可能であるとは、600アンペア・ターンの起磁力を印加してもコア(磁性材料)2aが飽和しないことを意味する。なお、このときコア2aの内部に発生する磁束の向きは、コア2aの長さ方向の軸に平行な向きである。

【0054】図1に示した照明装置において、始動の際にコア(磁性材料)2aが飽和してしまうと、誘導コイル2のインダクタンスが低下し、その結果、始動に必要な磁束を発生させることができなくなって、始動性が確保できない。このため、コア2aは、飽和しにくいほど好ましく、例えば、室温、周波数100kHz、磁束150mTにおいて、コア2aの長さ方向の軸に垂直な面の断面積が120mm<sup>2</sup>のとき600アンペア・ターンの起磁力を印加することが可能であることが望ましい。

【0055】なお、本実施形態におけるMn-Zn系フェライト(Mn-Zn系多結晶フェライト)は、図1に示した照明装置の誘導コイル用コア2aの用途以外の他の用途にも勿論適用することができる。すなわち、本実施形態のMn-Zn系フェライトは、各種コイルやトランス(通信用コイル・トランス、電源用トランスなど)、磁気ヘッド、偏向ヨークのようなソフトフェライトの用途に、キュリー温度が高いという温度安定性に優れた点を活かして用いることができる。なお、270℃以上のキュリー温度という特性を活かすという観点からは、図1に示した照明装置の誘導コイル用コア2aとしての用途が特に適していると思われる。また、Mn-Zn系フェライトには、フィラー等の他の物質を混合してもよい。

【0056】次に、上述した本実施形態を以下の実施例でさらに説明する。

(実施例) 図1に示した構成の照明装置において、高周波電源回路3の周波数を100kHzとし、バルブ1の大きさを直径60mm、高さ65mmとした。バルブ1の内部にアルゴンガス1.1Torr(約147Pa)と水銀(3mg/cc)を封入し、バルブ1内壁には、蛍光体を塗布した。キャビティ8は、直径20mm、高さ55mmとした。なお、消費電力は25Wであった。

【0057】本実施例において、コア2aとして用いた材料の主要な特性と寸法とを下記表1に示す。

【0058】

【表1】

	(a)	(b)	(c)
初期透磁率	2300	1800	1400
飽和磁束密度[mT]	500	510	520
キュリー温度[°C]	217	252	301
損失[mW/cm <sup>2</sup> ] (25°C, 100kHz, 150mT)	230	290	380
インダクタンス[μH]	240	238	233
形状	円筒形		
大きさ	内径φ6.5mm×外径φ14mm×高さ50mm		

【0059】表1に示した(a)～(c)の3種類とも、Mn-Zn系フェライトから構成されている。表1に示した(a)～(c)のうち、(a)および(b)は比較例であり、(c)が実施例である。なお、比較例の(a)および(b)とも、通常の用途では使用されないほどの極めてキュリー温度が高い(200°C以上)ものである。ここで、Mn-Zn系フェライトとは、上述したように、酸素元素を除いてFe、Mn、Znを主要な組成成分として含み、Fe、Mn、Znのそれぞれの酸化物を合成・焼結したものをいう。(a)～(c)のいずれにおいても、フェライト表面を流れる渦電流による損失を低く抑えるために、多結晶フェライトを用いている。誘導コイル2の巻線2bは、(a)～(c)のいず

れもφ0.08mmの細線を60本束ねたリッツ線を用いた。巻数はいずれも30ターンを2層巻き、合計60ターンとした。

【0060】これら(a)～(c)のコア2aを用いて照明装置を点灯させた。このときのコア2aの最高温度の温度および点灯維持の結果を表2に示す。なお、表2における(a)および(b)の最高温度の温度は、放電プラズマ6が消失するまでに達した最高温度を示し、(c)の最高温度の温度は、熱的安定状態までに達した最高温度を示している。

【0061】

【表2】

	(a)	(b)	(c)
最高温度[°C]	>220	>255	270
点灯維持	(不可)	(不可)	(可)

【0062】コア2aの温度は、点灯時間とともに上昇して、キュリー温度に達すると磁性を失い、放電プラズマ6が消失する。キュリー温度の低い(a)と(b)は、最高温度部の温度が上昇している途中でキュリー温度に達したが、キュリー温度の高い本実施例の(c)は、放電維持が可能であった。表2に示したように、放電プラズマ6を維持できた(c)の最高到達温度は、270°Cに達した。このことから、何らの放熱構造を有しない場合には、コア2aのキュリー温度が少なくとも270°C以上必要であることがわかる。

【0063】また、本実施例で用いたコア2aにおける透磁率の周波数特性は、図2に示したとおりであるので、周波数が1MHzを超えると、コア2aの透磁率は急激に低下する。したがって、1MHz以上の高周波を用いた場合、バルブ1内部に発生することが可能な磁界は極端に弱くなるため、プラズマ放電の発生・維持が困難となる。また、周波数が50kHz未満になると放電が発生することが極めて難しくなるため、実用的ではない。それゆえ、誘導コイル用コア2aは、50kHz以上1MHz以下の周波数で用いるのが好ましい。

【0064】以上のように、50kHz以上1MHz以

下の周波数で動作する照明装置において、コア2aとしてキュリー温度270度以上の多結晶フェライトを用いることによって、放電プラズマ6の発生・維持をすることが可能となる。

【0065】なお、本実施例では、高周波電源回路3の動作周波数が100kHzの場合について説明したが、50kHz以上1MHz以下の周波数であれば、いずれの周波数で装置を構成しても差し支えない。また、本実施例では、電源ラインに電球口金7に係合する電球形タイプの照明装置について説明しているが、高周波電源回路3の電源ラインへの接続方法によって、上述した効果が左右されるものではない。また、本実施例では、バルブ1と回路ケース5とが接続された一体構成を採っているが、一体構成に限定されず、両者を切り離しても、勿論、上述した効果を得ることができる。さらに、本実施例で用いたバルブ1の外径は直径60mmであったが、バルブ1の外径を変化させてもコア2aの温度はあまり変化しなかった。このことから、バルブ1の形状を変化させた場合でも本発明の効果を得ることができる。

【0066】また、上記実施例の装置と同一の装置において、比較例として、Ni-Zn系フェライトから構成

したコア2aを用いて、放電プラズマの発生を試みた。比較例(d)として使用したNi-Zn系フェライトのコア2aについての主要な特性を下記表3に示す。なお、参考のために、比較例(d)とともに、上記比較例(a)のMn-Zn系フェライトのコア2aもあわせて表3に示す。ここで、Ni-Zn系フェライトとは、酸素元素を除いてFe、Ni、Znを主要な組成成分とし

て含み、Fe、Ni、Znのそれぞれの酸化物を合成・焼結したものをいう。また、比較例(d)の巻線は、上記実施例と同様に、 $\phi 0.08\text{mm}$ の細線を60本束ねたリッツ線を用いた。巻数はいずれも30ターンを2層巻き、合計60ターンとした。

【0067】

【表3】

	(a)	(d)
初期透磁率	2300	800
飽和磁束密度[mT]	500	420
キュリー温度[℃]	217	~200
損失[mW/cm <sup>2</sup> ] (25℃, 100kHz, 150mT)	230	480
インダクタンス[μH]	240	217
形状	円筒形	
大きさ	内径 $\phi 8.5\text{mm}$ ×外径 $\phi 14\text{mm}$ ×高さ50mm	

【0068】実験の結果、比較例(d)では、放電プラズマ6を発生させることが出来なかったことがわかった。その理由は、50kHz以上1MHz以下の周波数帯において、コア(d)における損失(鉄損)が大きすぎて、放電に必要な電力を放電プラズマ6に投入できなかったためであると考えられる。参考のため、コア(a)と(d)における損失の周波数特性を図5に示す。なお、測定条件は室温23℃、磁束密度150mTである。

【0069】図5からわかるように、比較例のコア(d)は、500kHz以上の場合には飽和してしまい、それゆえ、150mTの磁束を発生させることが不可能であった。

【0070】ここで、コア2aの評価条件として150mTを選択した理由を説明する。それは、3MHzのような高周波で動作する場合には数mT程度の少ない磁束で放電を開始できるが、1MHz以下になると非常に大きな磁束が必要となり、100kHzになると150mT程度の磁束が必要となるからである。言い換えると、プラズマ電圧が磁束密度と周波数の積に比例すること起因して、放電プラズマ4を発生させるのに必要な磁束は周波数にはほぼ反比例するため、この評価条件では、磁束150mTという大きな値の磁束が選択されている。

【0071】表3および図5の結果から、1MHz以下の周波数においては、比較例(d)のNi-Zn系のコアは、本実施例の照明装置には使用できないことがわかった。つまり、Mn-Zn系フェライトを用いることにより、放電プラズマ6の発生・維持が可能となる。

【0072】次に、実施例で使用したコア2aの合成方法を説明する。まず、Mn-Zn系のフェライト材料の

主成分である $\text{Fe}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{MnCO}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{SiO}_2$ の粉末を天秤にて定量し、所定の割合で混合してか焼する。通常、上記原料は純度99.9%以上の高純度で、平均粒子径が1μm以下の微粉末を用いる。なお、 $\text{SiO}_2$ は微量添加物であり、フェライト焼結体の粒界にSiを含む高抵抗層を作ることによって、高周波損失を抑制する目的で加えられる。

【0073】か焼した材料は、粉碎、造粒工程を経た後、円筒形状の型に入れて、圧力を加えながら焼結させる。この加圧焼結による製造方法は、通常、ホットプレスやHIP法と呼ばれ、広く用いられている手法である。最後に、必要に応じて表面を研磨して、上記実施例で用いた円筒形状のMn-Zn系フェライトを得た。こうして試作したフェライト材料は、いずれもスピネル型の結晶構造を持つ多結晶フェライトである。

【0074】次に、Mn-Zn系フェライトのFe原子の組成割合の効果と、Ni元素添加の効果とを例を挙げて説明する。上述した(a)、(b)および(c)の組成を下記表4に示す。また、酸素を除く元素のうち72wt%以上(例えば84wt%)がFe元素である

(e)の組成も表4に示してある。これらの組成は、焼結後のサンプルを蛍光X線分析法によって求めた半定量値であり、Mn-Zn系フェライト中の酸素を除いた各元素の組成を重量パーセントで示したものである。なお、サンプルのキュリー温度を測定したところ、(a)、(b)、(c)および(e)のキュリー温度は、それぞれ、217℃、252℃、301℃および268℃であった。

【0075】

【表4】

(単位:wt%)

	(a)	(b)	(c)	(e)
Fe	70	71	68	84
Mn	20	21	19	11
Zn	10	7	8	5
Ni	-	-	4	-
Al	-	0.1	-	-
Si	-	0.1	0.1	-
Cl	-	0.2	0.3	-
K	-	0.1	0.1	-

【0076】一般に、Mn-Zn系フェライト材料のキュリー温度は、主成分の混合割合や微量添加物によって変化することが知られている。表4に示すとおり、

(a) および (e) は、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{ZnO}$ のみで合成したMn-Zn系フェライトである。(a)と(e)とを比較すると、Fe原子の組成割合を増加させることによって、キュリー温度を高くすることが可能であることが理解できる。これは、既に説明したが、酸化鉄のキュリー温度が極めて高いため、酸化鉄含有率が上がるにつれてMn-Zn系フェライトの性質が酸化鉄の性質に徐々に近づくことによるものと考えられる。さらに、(b)に示すように、主成分であるFe、Mn、Zn以外の微量添加物を加えることにより、キュリー温度をさらに高くできることがわかる。

【0077】また、(c)に示すように、Ni元素を加えるとキュリー温度がさらに向上させることができることもわかる。その理由は、上述したように、Mn-Zn系フェライトの組成にNi元素(NiO)を加えることによって、材料の特性を若干Ni-Zn系フェライトの性質に引っ張り、Ni-Zn系フェライトの持つ高キュリー温度という特徴をMn-Zn系フェライトに持たせることができたためと考えられる。

【0078】Niなどの微量添加物の組成割合を変えた場合、Mn-Zn系フェライトのキュリー温度を効果的に変化させることができる。しかし、キュリー温度を上げるために、微量元素の含有率をあまりに高くしようとすると、逆にMn-Zn系フェライト(コア2a)の初期透磁率が大幅に低下してしまう。初期透磁率が大幅に低下すると、バルブ1内部に発生する電磁界の大きさが小さくなるために、結果的に放電プラズマ6を発生できなくなる恐れが強くなる。したがって、基本組成の時点で、Fe元素の割合を少なくとも60wt%以上、好ましくは70wt%程度またはそれ以上にして、そのFe元素増量効果によってある程度のキュリー温度を持つ磁性材料の組成にしてから、微量添加物によってさらにキュリー温度を上げる手法が好ましいと思われる。このようにすれば、初期透磁率の低下を最小限に抑えながらキュリー温度の高い材料を実現することが可能となる。

【0079】以上の説明したように、Mn-Zn系フェ

ライトにおいて、Fe元素を例えば60wt%以上、好ましくは70wt%程度またはそれ以上にした構成に対して、Ni元素を微量添加することによって、キュリー温度270℃以上のフェライト材料を実現することが望ましい。

【0080】また、本願発明者は、始動性確保のための起磁力の条件の検討を行った。具体的には、上記実施例における照明装置(図1参照)において、放電プラズマ6の始動性について検討した。なお、ここで検討したコア2aは、上記で説明した表4中の(c)と同一である。コア2aの形状は円筒形とし、高さ50mmおよび中空部の内径φ6.5mmを固定とし、外径を変化させて、本願発明者は、始動性確保に必要なコア2aの断面積を検討した。

【0081】室温、100kHzで始動性を試験したとき、巻線2bの巻数を60ターンとすると、始動時には約10Aの電流が巻線2bに流れた。すなわち、始動時には600アンペア・ターンの起磁力がコア2aに印加される。このときコア2a(磁性材料)が飽和してしまうと、誘導コイル2のインダクタンスが低下し、その結果、始動に必要な磁束を発生できなくなって、始動性が確保できなくなる。従って、起磁力600アンペア・ターンの印加しても、コア(磁性材料)2aが飽和しないことが重要となる。

【0082】コア2aの外径を変化させて、コア2aの断面積を変化させることによって、誘導コイル2の直流重畳特性を調べた。これを基に、誘導コイル2のインダクタンスが10%低下する直流電流値をプロットした結果を図6に示す。

【0083】図6からわかるように、室温、100kHzにおいて、600アンペア・ターンの起磁力を印加した場合、誘導コイル2のインダクタンスが10%低下する磁性材料2aの断面積は120mm<sup>2</sup>である。すなわち、本実施例の誘導コイル用コア2aは、室温、100kHz、断面積120mm<sup>2</sup>のとき、コア2aに起磁力600アンペア・ターンの印加しても飽和しないという性質を持っていることがわかる。

【0084】ただし、照明装置の再始動時には、コア2aの温度が270℃付近に達している場合がある。一般

に、コア（磁性材料）2aの飽和磁束密度は温度と共に低下する傾向があるので、室温の状態と比べて温度が270℃付近の状態のときは飽和しやすくなる。そこで、実際の照明装置では、コア2aの断面積を若干大きくして、同じ起磁力を印加した場合に、コア2aの内部に発生する磁束密度を低下させるようにし、それによって、コア2aをさらに飽和しにくくすることが望ましい。

【0085】なお、照明装置の始動時におけるコア2aの飽和条件は、コア2aの長さ方向の軸に垂直な面の断面積と起磁力の関係によって決定される。従って、コア2aの長さを変化させても、同一の効果が得られる。また、コア2aの内径を変化させても、同一の効果が得られる。また、バルブ1の形状や巻線2bの巻数が変化した場合も上記のコア2aの性質は保存されるため、巻数やバルブ1の外径によって本発明の効果は左右されない。

【0086】

【発明の効果】本発明によると、キュリー温度270℃以上のMn-Zn系の多結晶フェライトから誘導コイル用コアが構成されているので、周波数50kHz以上1MHz以下での範囲にて放電プラズマの始動・維持することができる照明装置を提供することができる。また、キュリー温度290℃以上のMn-Zn系多結晶フェライトから誘導コイル用コアが構成されている場合、照明装置周囲の温度が高くなったときでも確実にプラズマ放電を維持することが可能となる。キュリー温度が270℃以上のMn-Zn系の多結晶フェライトは、Fe、MnおよびZnを含み、酸素を除く元素のうち72wt%以上がFe元素である構成によって実現可能である。また、Fe、MnおよびZnと、添加物としてのNiとを含むMn-Zn系の多結晶フェライトによっても実現可能である。また、室温、周波数100kHz、磁束150mT、磁束の方向に垂直な面の断面積が120mm<sup>2</sup>のとき、600アンペア・ターンの起磁力を印加することが可能であるため、誘導コイル用コアが飽和せず、そ

の結果、プラズマ放電の始動およびプラズマ放電の維持が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による実施形態にかかる照明装置の断面構成を模式的に示す図である。

【図2】本発明による実施形態における誘導コイル用コア2aの初期透磁率と周波数との関係を示すグラフである。

【図3】Fe元素の割合とキュリー温度の関係を示すグラフである。

【図4】Ni元素の割合とキュリー温度の関係を示すグラフである。

【図5】サンプル(a)および(d)について損失と周波数との関係を示すグラフである。

【図6】本実施例の誘導コイル用コア2aの断面積と飽和電流値との関係を示すグラフである。

【図7】従来の照明装置の断面構成を模式的に示す図である。

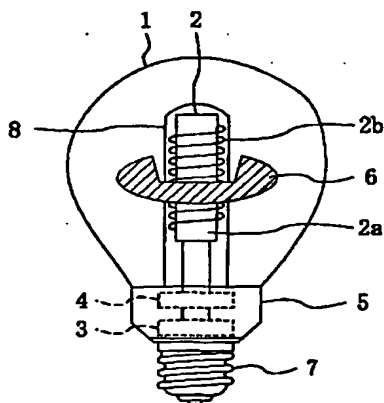
【図8】Mn-Zn系フェライトおよびNi-Zn系フェライトについて損失と周波数との関係を示すグラフである。

【図9】Mn-Zn系フェライトおよびNi-Zn系フェライトについて初期透磁率と周波数との関係を示すグラフである。

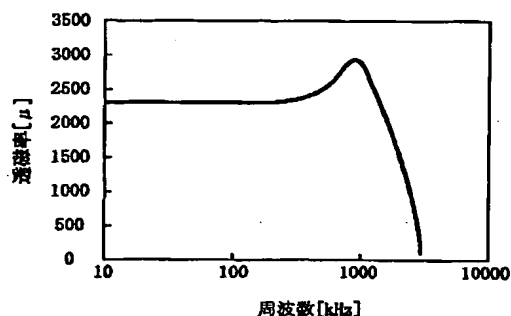
【符号の説明】

- 1 バルブ
- 2 誘導コイル
- 2a 磁性材料
- 2b 巻線
- 3 高周波電源回路
- 4 整合回路
- 5 回路ケース
- 6 放電プラズマ
- 7 口金
- 8 キャビティ

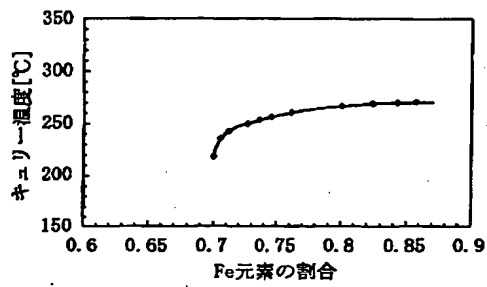
【図1】



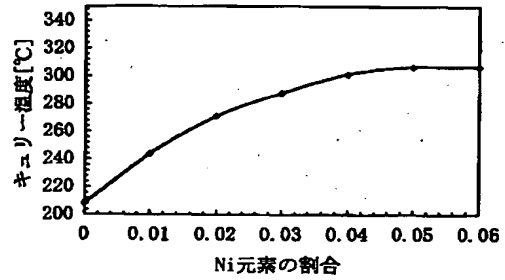
【図2】



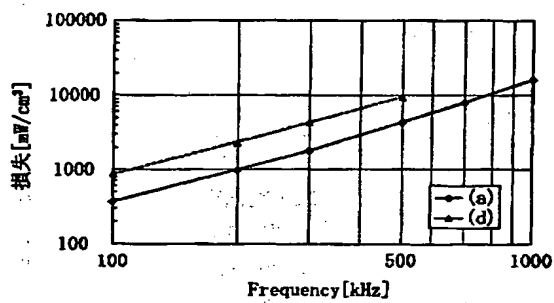
【図3】



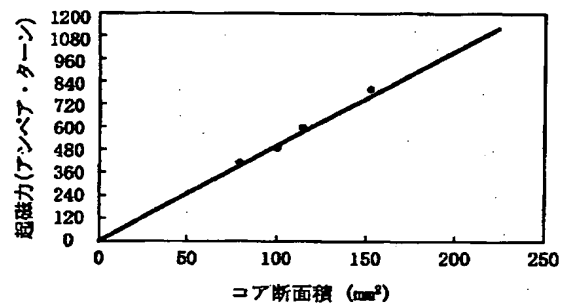
【図4】



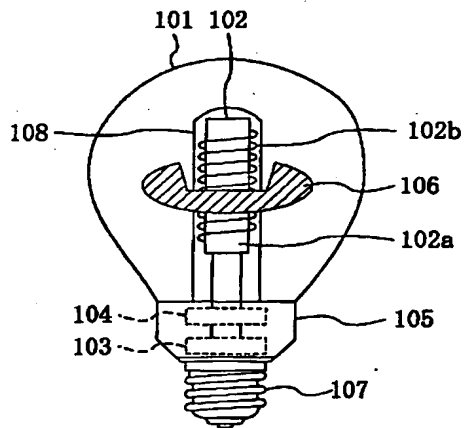
【図5】



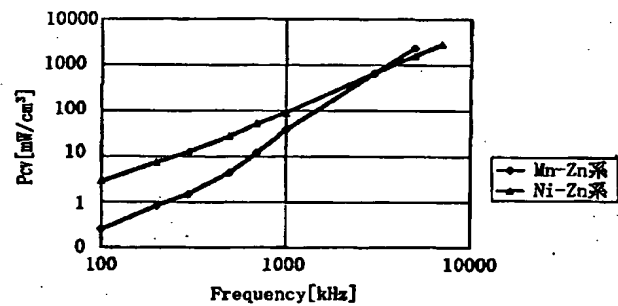
【図6】



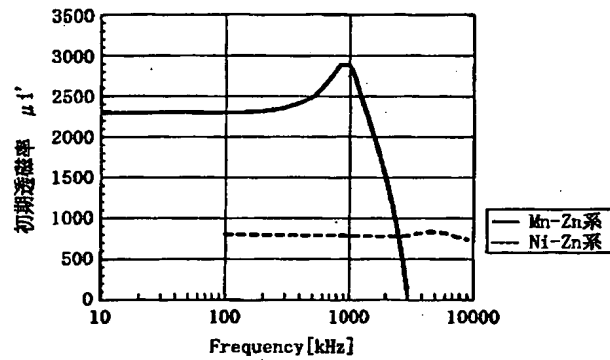
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H05B 41/00

// F21Y 103:00

識別記号

F I

F21Y 103:00

F21S 5/00

ターム(参考)

E

(72)発明者 関 勝志

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業  
株式会社内

(72)発明者 竹田 守

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

Fターム(参考) 3K014 AA02 DA00

5C039 NN02 NN03

5E041 AB02 AB19 NN13 NN15